室蘭工業大学
学術資源アーカイブ
Muroran Institute of Technology Academic Resources Archive

GG-ATRエンジン冷走試験設備設置と試験結果について（室蘭工業大学航空宇宙機システム研究センター年次報告書 2016）

メタデータ	言語: jpn 出版者: 室蘭工業大学航空宇宙機システム研究センター 公開日: 2019-03-15 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 湊, 亮二郎, 東野, 和幸, 中田, 大将, 今井, 良二, 八島, 優太, 石原, 眞優, 向江, 洋人 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10258/00009811

GG-ATR エンジン冷走試験設備設置と試験結果について

○湊　亮二郎（航空宇宙システム工学ユニット助教）
東野　和幸（航空宇宙機システム研究センター　特任教授）
中田　大将（航空宇宙機システム研究センター　助教）
今井　良二（航空宇宙システム工学ユニット教授）
八島　優太（航空宇宙総合工学コース博士前期 2 年）
石原　眞優（航空宇宙総合工学コース博士前期 1 年）
向江　洋人（航空宇宙総合工学コース博士前期 1 年）

１．はじめに

室蘭工業大学航空宇宙機システム研究センターでは，小型無人超音速機の研究開発が進められており，その推進エンジンとして，ガスジェネレータサイクル・エアターボラムジェット（Gas Generator Cycle Air Turbo Ramjet, GG-ATR）エンジンの開発が進められている．2015 年度に窒素ガス(GN2)による冷走試験設備の整備と冷走試験を実施し，回転体の動バランス，作動安定性について検証を行った．2016 年度は，引き続き常温 GN2 ガス駆動による GN2 冷走試験を実施し，43000 rpm までの回転試験（定格回転速度 58000 rpm）を行った．その結果，圧縮機・タービン等のターボ系要素の空力性能のデータを取得したので，その概要について報告する．

２．冷走試験設備と計測系

２－１．　冷走試験設備

GG-ATR エンジン冷走試験設備は 2015 年 9 月から 11 月にかけて整備した．タービン駆動用の窒素ガス（GN2）は，3 基の窒素ガスボンベカードルから供給し，GN2 の供給量は最大 2.0 kg/s である． 設置した冷走試験設備と，エンジン架台に設置した GG-ATR エンジンを図 1 と 2 にそれぞれ示す．

図 1 GG-ATR エンジン冷走試験設備

図 2 エンジン架台に設置された GG-ATR エンジン

２－２．エンジン冷走試験計測系

GN2 冷走試験では，GG-ATR エンジン回転軸系の軸振動特性を取得した．エンジンの回転振動加速度計測のため，軸方向と径方向に加速度センサーをそれぞれ 1 個ずつ設置した．回転軸の軸変位の計測のため，軸変位センサーを圧縮機インペラの背後に 2 箇所設置し，互いに 90 ° の位相を持つように配置している．また前後 2 箇所の軸受温度管理のため軸受マウントの温度も計測した．

圧縮機・タービンの空力性能計測のため，圧縮機インペラとタービンの上流と下流にそれぞれ静圧孔と熱電対を設置して，温度と圧力の計測を行った．

３．GG-ATR エンジン GN2 冷走試験

３－１．回転体作動特性

GN2 冷走試験では，回転体の軸振動特性の把握に努めた．図 3 と図 4 に冷走試験で得られた Campbell 線図と回転軸変位の回転数に関する挙動を示す．Campbell 線図から GG-ATR エンジンの危険速度を判定し，エンジンの定格回転数付近に危険速度がないことを確認した．

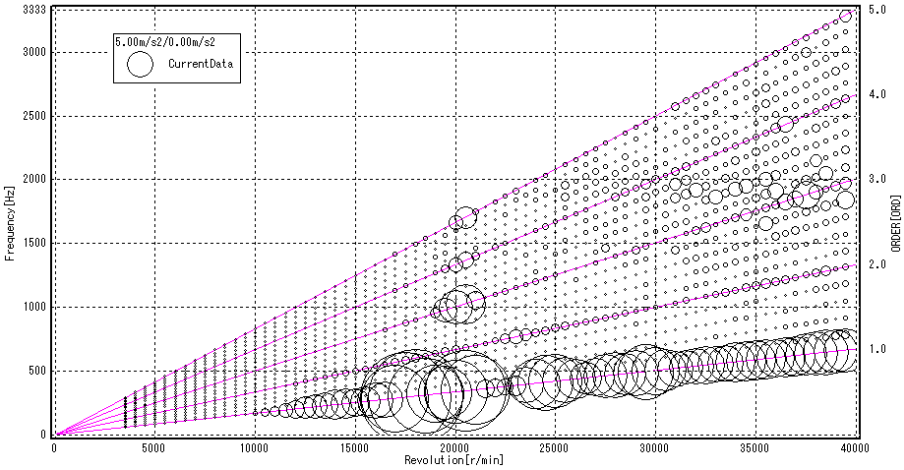

図 3 GG-ATR エンジンの振動加速度の Campbell 線図

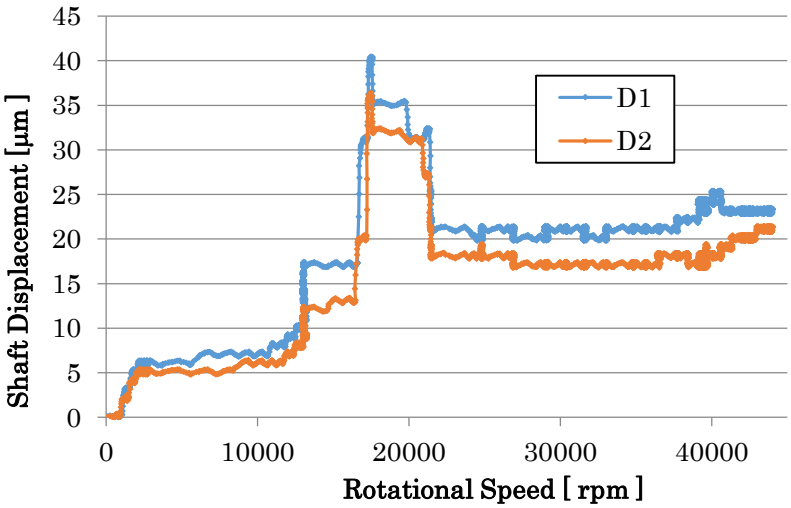

図 4　GG-ATR エンジンの回転軸振幅挙動

また，エンジン作動中の回転軸変位は，最大でも 40 mm 程度で，危険速度以外での軸変位は，20 mm 程度に留まっている．これらの結果から GG-ATR エンジンは，GN2 冷走試験で運転可能な最大 43000 rpm まで支障なく作動することが確認されたが，最大振幅や安定作動については回転軸のモード形状なども含めて総合的に検討を進める必要がある．

冷走試験では，軸受の発熱状態を計測するため温度計測を行った．図 5 は軸受マウントの温度の時間変化を表している．同時に軸受回りに関して簡易熱伝導解析を行い，実験値との比較を行った．

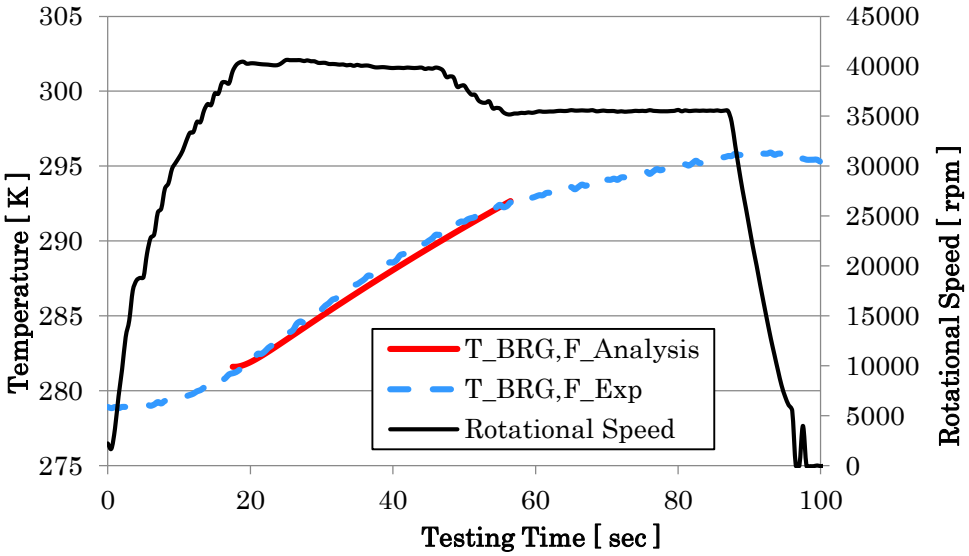

図 5 前部軸受マウントの温度の時間履歴

軸受マウントの温度予測は，実験値とよく一致している．さらに高速回転試験を行う時に備えて，軸受の温度上昇や運転制限について推算する目途付けができた．

３－２．ターボ系要素性能特性

ターボ系要素の性能解析については，GG-ATR エンジンに用いられている斜流圧縮機の圧力比-流量特性マップの把握，および断熱圧縮効率の評価を実施した．

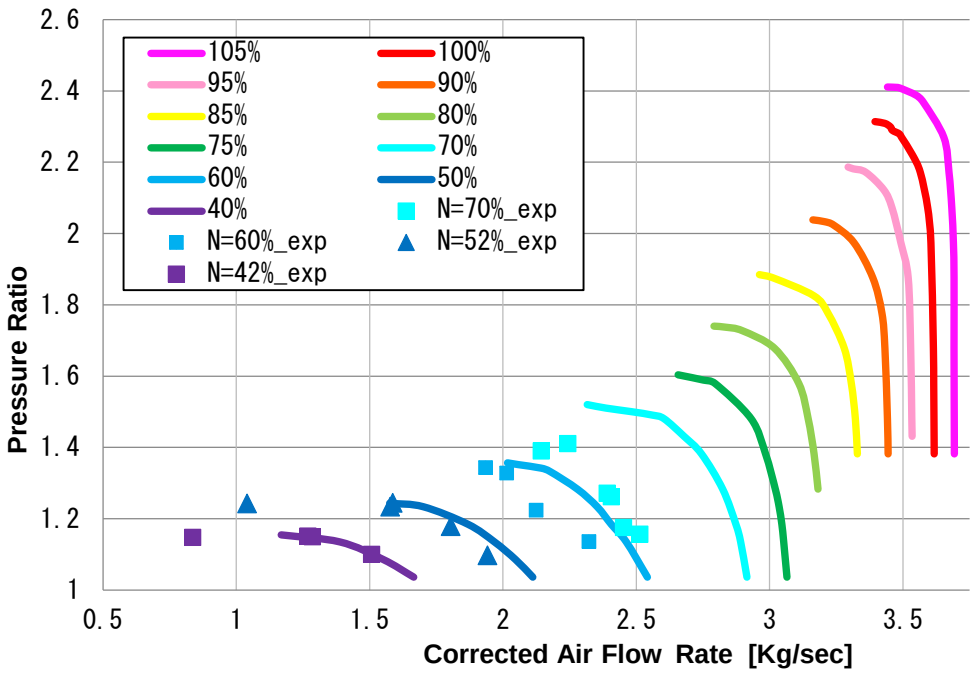

図 6　GG-ATR エンジン斜流圧縮機の作動特性マップ

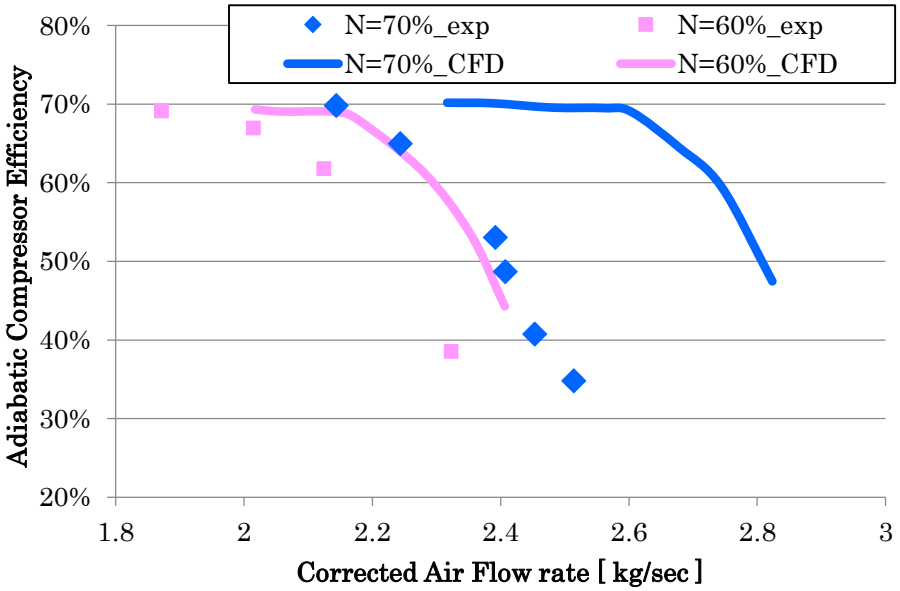

図 7　GG-ATR エンジン斜流圧縮機の断熱圧縮効率

図 6 に GG-ATR エンジン用斜流圧縮機の作動特性マップを示す．このマップには GN2 試験で運転可能な定格回転数の約 70 %までの試験結果を示している．また図 7 は斜流圧縮機の断熱圧縮効率を示している．図 6 および図 7 には CFD 解析による計算結果も示しているが，実験結果との間には差異があり，この要因については今後検討していく予定である．

４．まとめ

2016 年度では，GG-ATR エンジンの GN2 冷走試験設備の設置を行い，定格回転速度の 70 %を超える 43000 rpm までの回転試験を実施した．

一連の冷走回転試験を通じて，回転体の危険速度や軸変位，軸受温度等の軸系に関する諸特性と，斜流圧縮機の圧力比-流量マップ及び断熱圧縮効率などの翼素系空力性能の 2 つについて評価を行った．

軸系に関しては，43000 rpm までの回転試験を実施し，軸振動や軸受に異常はなく良好に作動することが確認できた．翼素系の空力性能に関しては，圧縮機の作動特性マップや断熱圧縮効率の計測を行い，CFD 解析の結果と比較評価を行った．実験と CFD 解析の結果には有意差があり，その要因については今後の課題である．

今後は，ヘリウムガス（GHe）を用いて，さらなる高回転速度での GG-ATR エンジンの冷走回転試験を実施し，定格回転数付近までの安定作動の確認や，圧縮機・タービン空力性能の評価を行っていく予定である．また，ガスジェネレータ(GG)やラム燃焼器の設計・製造も進め，GG-ATR エンジンの熱走試験を実施する計画である．